

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 43 22 676 A 1**

51 Int. Cl.⁵:
B 60 L 11/02
H 02 J 7/14
B 60 K 6/04

21 Aktenzeichen: P 43 22 676.0
22 Anmeldetag: 7. 7. 93
43 Offenlegungstag: 13. 1. 94

DE 43 22 676 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

07.07.92 JP 204359/92

71 Anmelder:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Ritter und Edler
von Fischern, B., Dipl.-Ing.; Kolb, H., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte; Nette, A., Rechtsanw.,
81925 München

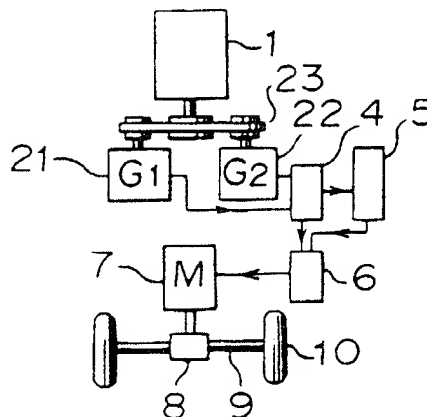
72 Erfinder:

Sugiyama, Takeshi, Himeji, Hyogo, JP; Kitamura,
Yutaka, Himeji, Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug

57 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug, mit Wechselstromgeneratoren, die vom Verbrennungsmotor (1) angetrieben werden und als Leistungsquelle für einen zum Fahren bestimmten Induktionsmotor (7) dienen. Zwei Wechselstromgeneratoren (21, 22) mit unterschiedlichen Umdrehungsgeschwindigkeiten zu Beginn der Leistungserzeugung und mit hohem Wirkungsgrad bei oder in der Nähe der Umdrehungsgeschwindigkeiten sind über die Riemenverbindungsanordnung (23) an den Verbrennungsmotor (1) angeschlossen. Der erzeugte Wechselstrom wird an einen Gleichrichter (4) geliefert, und dessen abgegebene Leistung wird zur Speisung des Induktionsmotors (7) und einer Batterie (5) verwendet. Der Verlauf der kombinierten Kennlinien der Wechselstromgeneratoren paßt sich den durch drei bevorzugte Drehzahlen bestimmten Arbeitspunkten der Motorkennlinie vorteilhaft an, so daß die Abmessungen jedes Wechselstromgenerators reduziert, die Anordnungsflexibilität der Generatoren gesteigert und die Größe der Umdrehungsübertragungsanordnung verkleinert werden kann, bei gleichzeitig hohem Betriebswirkungsgrad.



DE 43 22 676 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 93 308 062/691

9/49

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug, mit Wechselstromgeneratoren, die vom Verbrennungsmotor angetrieben werden und als Leistungsquelle für einen zum Fahren bestimmten Induktionsmotor dienen.

Fig. 3 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung eines herkömmlichen Leistungserzeugungs- und -bewegungsmechanismus eines elektrischen Hybrid-Kraftfahrzeugs, das mit einem Leistungserzeugungsgerät ausgestattet ist. In Fig. 3 bezeichnen die Bezugszeichen 1 einen Verbrennungsmotor; 2 einen Wechselstromgenerator, der über eine Riemenverbindungseinrichtung 3 vom Verbrennungsmotor 1 zu montieren und anzuschließen. Da weiter die Abmessungen des Generators 2 groß waren, wurde eine relativ groß bemessene Riemenverbindungseinrichtung 3 benötigt, die den Wechselstromgenerator 2 mit dem Verbrennungsmotor 1 verbindet.

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug zu schaffen, das eine Leistungserzeugungskennlinie liefert, die für die für den Verbrennungsmotor des elektrischen Hybridkraftfahrzeuges geforderte Charakteristik geeignet ist. Das Gerät soll weiter kleine Abmessungen besitzen und einen hochwirksamen Betrieb ermöglichen.

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug zu schaffen, das die Montage auf dem Verbrennungsmotor erleichtert und die Größe der für die Generatoren benötigten Mittel zur Übertragung der Antriebskraft verringert.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybridkraftfahrzeug vorgesehen, das aufweist:

- einen Wechselstromgenerator, der über eine Umdrehungsübertragungseinrichtung von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird;
- einen Gleichrichter zum Gleichrichten der vom Wechselstromgenerator gelieferten Wechselspannung, eine Batterie, die mit der vom Gleichrichter gelieferten Ausgabe geladen wird;
- eine Steuereinrichtung, die mit einer vom Gleichrichter oder der Batterie gelieferten Gleichspannung versorgt wird und die Gleichspannung in eine Wechselspannung umwandelt, verbunden mit einer Frequenzänderung durch einen stationären Inverter; und
- einen Induktionsmotor, der von der Steuereinrichtung mit einer Wechselstromleistung versorgt wird, um das Kraftfahrzeug anzutreiben, wobei das Leistungserzeugungsgerät dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Vielzahl von Wechselstromgeneratoren vorgesehen ist, und daß diese bei Beginn der Erzeugung von Leistung verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten aufweisen.

Der Gegenstand der beigefügten Zeichnungen wird nachfolgend kurz beschrieben.

Der Verbrennungsmotor weist als Nennmotorgeschwindigkeit den Betriebsbereich von oder um 3000 U/min auf, was die wirksamste Kraftstoffverbrauchsrate ergibt. In diesem Betriebsbereich erfolgt der Betrieb mit einer im wesentlichen konstanten Umdrehungsgeschwindigkeit. Der Verbrennungsmotor 1 weist einen weiteren Betriebsbereich mit oder um 4000 U/min auf, der benutzt wird, wenn für das Kraftfahrzeug die Höchstgeschwindigkeit oder die größte Beschleunigung gefordert wird. Und er besitzt einen weiteren Betriebsbereich zwischen 1000 und 1500 U/min für den Fall, daß das Kraftfahrzeug dann betrieben wird, wenn die Batterie 5 voll geladen ist oder wenn das Kraftfahrzeug für längere Zeit stillgestanden hat. Entsprechend ergab sich für den Wechselstromgenerator 2 eines herkömmlichen Kraftfahrzeuges die Forderung, daß die Ausgangstromkennlinie entsprechend der Motorumdrehungsgeschwindigkeit Werte an drei Punkten I_1 , I_2 und I_3 eines vom Gleichrichter gelieferten Ausgangsstromes entsprechen sollte, die in Fig. 4 mit X markiert sind. Um der genannten Ausgangstromkennlinie zu entsprechen, waren die Abmessungen des Wechselstromgenerators 2 notwendigerweise groß. Die Ausgangsspannung des Gleichrichters 4 beträgt beispielsweise 280 V, während die Spannung der Batterie 5 beispielsweise 240 V beträgt.

Das herkömmliche Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug besaß die nachfol-

gend aufgeführten Nachteile. Da der anzutreibende, einzelne Wechselstromgenerator 2 für die gesamte Leistungsversorgung aufzukommen hatte, wobei er einen Umdrehungsgeschwindigkeitsbereich beginnend bei annähernd der Leerlaufumdrehungsgeschwindigkeit des Verbrennungsmotors 1 bis zu der der maximalen Leistung des Kraftfahrzeuges entsprechenden Umdrehungsgeschwindigkeit abzudecken hatte, waren die Abmessungen des Generator 2 notwendigerweise groß, während der Wirkungsgrad des Motorbetriebs bei der Nenndrehzahl des Motors niedrig war, bei der jedoch ein hoher Wirkungsgrad erforderlich war (gewöhnlich ist der Betrieb des Motors bei der Nenndrehzahl der am häufigsten vorkommende). Weiter war es schwierig, den groß bemessenen Generator 2 auf dem Verbrennungsmotor 1 zu montieren und anzuschließen. Da weiter die Abmessungen des Generators 2 groß waren, wurde eine relativ groß bemessene Riemenverbindungseinrichtung 3 benötigt, die den Wechselstromgenerator 2 mit dem Verbrennungsmotor 1 verbindet.

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug zu schaffen, das eine Leistungserzeugungskennlinie liefert, die für die für den Verbrennungsmotor des elektrischen Hybridkraftfahrzeuges geforderte Charakteristik geeignet ist. Das Gerät soll weiter kleine Abmessungen besitzen und einen hochwirksamen Betrieb ermöglichen.

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug zu schaffen, das die Montage auf dem Verbrennungsmotor erleichtert und die Größe der für die Generatoren benötigten Mittel zur Übertragung der Antriebskraft verringert.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Leistungserzeugungsgerät für ein elektrisches Hybridkraftfahrzeug vorgesehen, das aufweist:

- einen Wechselstromgenerator, der über eine Umdrehungsübertragungseinrichtung von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird;
- einen Gleichrichter zum Gleichrichten der vom Wechselstromgenerator gelieferten Wechselspannung, eine Batterie, die mit der vom Gleichrichter gelieferten Ausgabe geladen wird;
- eine Steuereinrichtung, die mit einer vom Gleichrichter oder der Batterie gelieferten Gleichspannung versorgt wird und die Gleichspannung in eine Wechselspannung umwandelt, verbunden mit einer Frequenzänderung durch einen stationären Inverter; und
- einen Induktionsmotor, der von der Steuereinrichtung mit einer Wechselstromleistung versorgt wird, um das Kraftfahrzeug anzutreiben, wobei das Leistungserzeugungsgerät dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Vielzahl von Wechselstromgeneratoren vorgesehen ist, und daß diese bei Beginn der Erzeugung von Leistung verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten aufweisen.

Der Gegenstand der beigefügten Zeichnungen wird nachfolgend kurz beschrieben.

Fig. 1 ist ein Diagramm eines elektrischen Hybrid-Kraftfahrzeugs, das mit einem Leistungserzeugungsgerät gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgerüstet ist;

Fig. 2A zeigt die Kennlinie des in Fig. 1 dargestellten Leistungserzeugungsgerätes, wobei die Ausgangstromkennlinie des Leistungserzeugungsgerätes über der Motordrehzahl als Ausgangsstrom des Gleichrichters dargestellt ist;

Fig. 2 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung des

Wirkungsgrades jedes Wechselstromgenerators der Fig. 1, bezogen auf die Motordrehzahl;

Fig. 3 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung eines herkömmlichen elektrischen Hybrid-Kraftfahrzeugs, das mit einem Leistungserzeugungsgerät und einer Hilfseinrichtung ausgestattet ist;

Fig. 4 ist eine Kennlinie des herkömmlichen Wechselstromgenerators der Fig. 3, bei der die Ausgangstromkennlinie über der Motordrehzahl als Ausgangsstrom eines Gleichrichters dargestellt ist; und

Fig. 5 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer weiteren Ausführungsform des elektrischen Hybrid-Kraftfahrzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend werden bevorzugte Verkörperungen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 beschrieben.

Fig. 1 ist ein Diagramm, das ein elektrisches Hybrid-Kraftfahrzeug zeigt, das mit einem Leistungserzeugungsgerät und mit Hilfseinrichtungen gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung versehen ist. In Fig. 1 bezeichnen die Bezugszeichen 1 und 4 bis 10 die gleichen Elemente wie in Fig. 3.

Das Bezugszeichen 21 bezeichnet einen ersten Wechselstromgenerator, der eine niedrige Drehzahl zu Beginn der Leistungserzeugung besitzt und zugleich einen hohen Wirkungsgrad im unteren Drehzahlbereich aufweist. Der erste Wechselstromgenerator weist im Vergleich zu dem unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschriebenen herkömmlichen Generator eine geringe Kapazität und eine geringe Größe auf.

Das Bezugszeichen 22 bezeichnet einen zweiten Wechselstromgenerator, der zu Beginn der Leistungserzeugung eine hohe Drehzahl besitzt und der zugleich einen hohen Wirkungsgrad im hohen Drehzahlbereich aufweist. Der zweite Wechselstromgenerator besitzt ebenfalls eine geringe Kapazität und eine geringe Größe verglichen mit dem herkömmlichen Generator.

Der erste und der zweite Wechselstromgenerator 21 und 22 ist jeweils durch eine gemeinsame Umdrehungsübertragungsanordnung 23, wie etwa eine Riemenverbindungsanordnung, mit dem Verbrennungsmotor 1 verbunden, so daß die in beiden Generatoren erzeugte Leistung an den Gleichrichter 4 geliefert wird. Die Größe der Umdrehungsübertragungsanordnung 23 kann reduziert werden, da sie die Umdrehungskraft des Verbrennungsmotors 1 an die klein bemessenen Wechselstromgeneratoren 21, 22 liefert. Die Drehzahl der Generatoren 21, 22 kann mit Hilfe der Umdrehungsübertragungsanordnung 23 beispielsweise auf das Dreifache gesteigert werden.

Fig. 2A zeigt die Ausgangsstromkennlinie der Wechselstromgeneratoren 21, 22 über der Motordrehzahl in Form des Ausgangsstroms des Gleichrichters, wobei eine strichpunktierte Linie die vom ersten Wechselstromgenerator 21 erzielte Kennlinie A bezeichnet, während eine gestrichelte Linie die vom zweiten Wechselstromgenerator 22 erzielte Kennlinie B bezeichnet. Die durchgezogene Linie gibt den gesamten Ausgangsstrom des ersten und des zweiten Wechselstromgenerators 21 und 22 wieder. Sie läuft nahe an den drei Punkten I_1 , I_2 und I_3 vorbei und gleicht sich den drei Punkten befriedigend an. Infolgedessen erzeugt der zweite und der erste Wechselstromgenerator kein Übermaß an Leistung, so daß ihre Kapazität klein sein kann.

Bei den Wechselstromgeneratoren 21, 22 beträgt die Ausgangsspannung des Gleichrichters 4 beispielsweise 280 V. Der erste Wechselstromgenerator 21 mit der Kennlinie A beginnt die Leistungserzeugung bei einer

Umdrehungsgeschwindigkeit von 1500 U/min oder weniger (wie etwa 1200 U/min). Der zweite Wechselstromgenerator 22 mit der Kennlinie B beginnt mit der Leistungserzeugung bei einer Drehzahl von 3000 U/min oder weniger (beispielsweise bei 2700 U/min).

Fig. 2 zeigt Kennlinien, die den Wirkungsgrad jedes der Wechselstromgeneratoren 21, 22 in Bezug auf die Motordrehzahl wiedergeben, wobei die Kennlinie A den Wirkungsgrad des Wechselstromgenerators 21 und die Kennlinie B den Wirkungsgrad des Wechselstromgenerators 22 darstellt.

Allgemein wird eine unbelastete Spannung je Phase durch die Formel $E = K \Phi Z f$ dargestellt, wobei K eine Konstante, Φ die Anzahl der magnetischen Flüsse je Pol, Z die Anzahl der seriellen Windungsleiter je Phase, f die Frequenz $f = (B/2) \times (N/60)$, P die Anzahl der Pole und N die Drehzahl ist.

Bei der Kennlinie A des ersten Wechselstromgenerators mit niedriger Umdrehungsgeschwindigkeit zu Beginn der Leistungserzeugung ist f klein, während Z groß ist. Andererseits ist bei der Kennlinie B mit hoher Umdrehungsgeschwindigkeit zu Beginn der Leistungserzeugung f groß, während Z klein ist. Wenn der Wert von Z groß ist, ist auch der Widerstand der Statorwicklung groß, wodurch die Kupferverluste groß und der Wirkungsgrad reduziert ist. Da weiter die Läuferückwirkung aufgrund des magnetischen Feldes, das durch den hindurchfließenden Läuferstrom erzeugt wird, groß ist, ist auch die Ausgangsleistung reduziert, wodurch der Wirkungsgrad verringert wird. Dementsprechend wird beim ersten Wechselstromgenerator 21, der einen großen Wert von Z und eine niedrige Umdrehungsgeschwindigkeit zu Beginn der Leistungserzeugung besitzt, der Wirkungsgrad im oberen Drehzahlbereich verringert, so daß er die Kennlinie A der Fig. 2B aufweist. Andererseits ist beim zweiten Wechselstromgenerator 22, der einen kleinen Wert von Z und eine hohe Drehzahl zu Beginn der Leistungserzeugung aufweist, der Wirkungsgrad im oberen Geschwindigkeitsbereich groß, so daß er die in Fig. 2B dargestellte Kennlinie B aufweist. Beim herkömmlichen Leistungserzeugungsgerät ist der Drehzahlverlauf zu Beginn der Leistungserzeugung der gleiche wie bei der Kurve A der Fig. 2B, und der Wirkungsgrad ist ebenfalls der gleiche wie bei der Kennlinie A.

Bei der zweiten Verkörperung der vorliegenden Erfindung wird die Steuerspannung für den ersten Wechselstromgenerator 21 mit der Kennlinie A so festgelegt, daß sie niedriger als die Steuerspannung für den zweiten Wechselstromgenerator 22 mit der Kennlinie B ist. Durch Festlegen dieser Steuerspannungen beteiligt sich der zweite Wechselstromgenerator 22, der wirksamer als der erste Wechselstromgenerator 21 arbeitet, im Betrieb vorherrschend an der Last bei Nenndrehzahl (wie etwa 3000 U/min), wodurch ein weiterer hochwirksamer Betrieb erzielt wird.

Bei den beschriebenen Ausführungsformen werden zwei Wechselstromgeneratoren 21, 22 mit unterschiedlichen Umdrehungsgeschwindigkeiten zu Beginn der Leistungserzeugung verwendet. Es können aber auch drei oder mehr Wechselspannungsgeneratoren eingesetzt werden.

Fig. 5 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der ein dritter Wechselstromgenerator 24 zusätzlich zum ersten und zweiten Wechselstromgenerator 21 und 22 benutzt wird. Die gleichen Bezugszeichen wie die in Fig. 1 bezeichnen die gleichen Elemente.

Weiter wird bei den beschriebenen Ausführungsformen die Riemenverbindungsanordnung 13 als Mittel zur Übertragung der Drehbewegung der Generatoren benutzt. Es kann aber auch ein anderes Drehbewegungsübertragungsmittel verwendet werden, wie etwa eine Verbindungskette, oder eine Getriebeverbindung.

Wie gesagt, ist gemäß der Erfindung eine Vielzahl von Wechselstromgeneratoren mit unterschiedlichen Umdrehungsgeschwindigkeiten zu Beginn der Leistungserzeugung, und mit hohen Wirkungsgraden bei oder in der Nähe der Umdrehungsgeschwindigkeiten zur Lieferung der Leistung durch eine Umdrehungsübertragungsanordnung an den Verbrennungsmotor angeschlossen. Dementsprechend können Leistungserzeugungskennlinien erzielt werden, die für die benötigte Betriebskennlinie des Verbrennungsmotors eines elektrischen Hybridkraftfahrzeugs geeignet sind. Die Größe jedes Wechselstromgenerators kann reduziert werden. Die Flexibilität bei der Anordnung der Wechselstromgeneratoren kann gesteigert werden, und die Größe der Umdrehungsübertragungsanordnung kann verringert werden. Das Leistungserzeugungsgesetz kann entsprechend den eigenen Kennlinien der Wechselstromgeneratoren betrieben werden, wobei der Wirkungsgrad erhöht werden kann, weil ein hochwirksamer Betrieb bei großer, durch den Generator gelieferter Leistung erzielt werden kann, was zu einem hohen Wirkungsgrad bei oder nahe bei der Nenndrehzahl führt. Ein weiterer hochwirksamer Betrieb wird durch Festlegen der Steuerspannung für den Generator mit niedriger Umdrehungsgeschwindigkeit zu Beginn der Leistungserzeugung auf einen niedrigeren Wert als den des Generators mit hoher Umdrehungsgeschwindigkeit zu Beginn der Leistungserzeugung erzielt.

schwindigkeit angelegt wird, niedriger als die Steuerspannung ist, die an den anderen Wechselstromgenerator angelegt wird, der zu Beginn der Erzeugung von Leistung eine hohe Umdrehungsgeschwindigkeit aufweist.

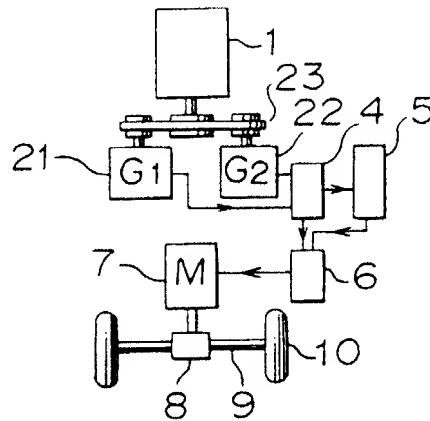
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Leistungserzeugungsgesetz für ein elektrisches Hybridkraftfahrzeug, umfassend:
 einen Wechselstromgenerator, der über eine Umdrehungsübertragungseinrichtung von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird,
 einen Gleichrichter zum Gleichrichten der vom Wechselstromgenerator gelieferten Wechselspannung,
 eine Batterie, die mit der vom Gleichrichter gelieferten Ausgabe geladen wird,
 eine Steuereinrichtung, die mit einer vom Gleichrichter oder der Batterie gelieferten Gleichspannung versorgt wird und die Gleichspannung in eine Wechselspannung umwandelt, verbunden mit einer Frequenzänderung durch einen stationären Inverter, und
 einen Induktionsmotor, der von der Steuereinrichtung mit einer Wechselstromleistung versorgt wird, um das Kraftfahrzeug anzutreiben, wobei das Leistungserzeugungsgesetz **dadurch gekennzeichnet** ist, daß eine Vielzahl von Wechselstromgeneratoren vorgesehen ist, und daß diese bei Beginn der Erzeugung von Leistung verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten aufweisen.
2. Elektrisches Hybridkraftfahrzeug nach Anspruch 1, bei dem zwei Wechselstromgeneratoren zu Beginn der Erzeugung von Leistung mit verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten verwendet werden, und eine Steuerspannung, die an den Wechselstromgenerator mit einer zu Beginn der Erzeugung von Leistung niedrigen Umdrehungsge-

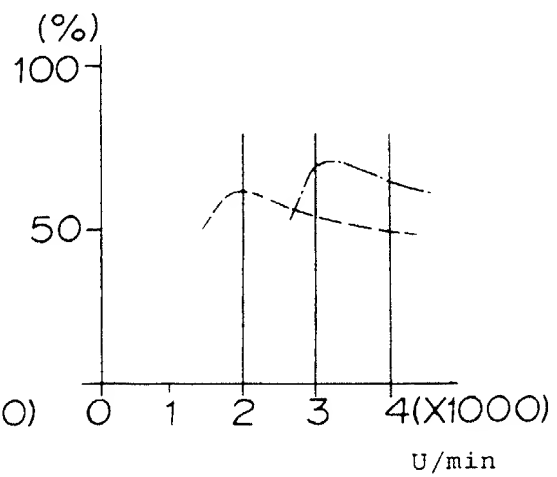
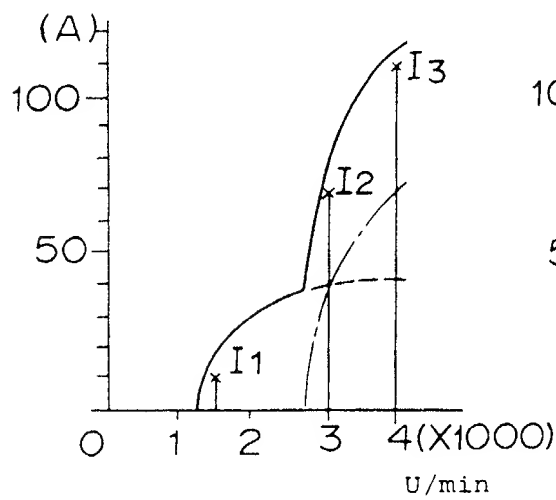
- Leerseite -

FIGUR 1

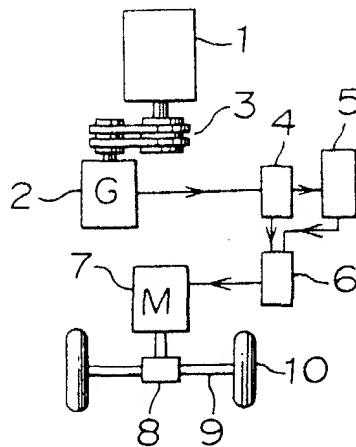


FIGUR 2 (A)

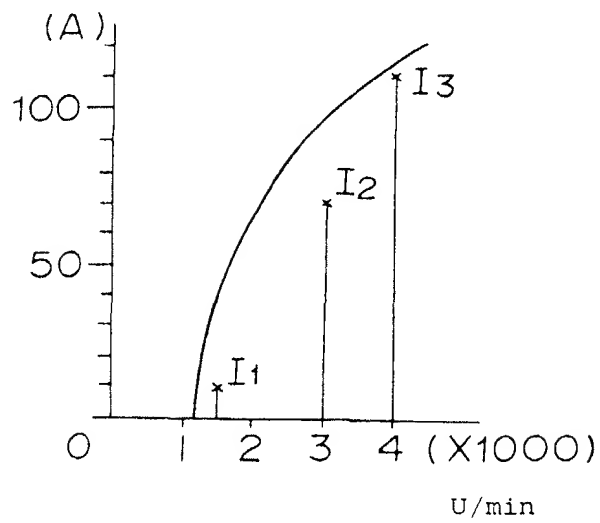
FIGUR 2 (B)



FIGUR 3



FIGUR 4



FIGUR 5

